(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 2 月 13 日(13.02.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/024812 A1

(51) 国際特許分類:
G01B 11/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/071099

(22) 国際出願日: 2013 年 8 月 5 日(05.08.2013)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2012-173650 2012 年 8 月 6 日(06.08.2012) JP

(71) 出願人: 株式会社 明電舎 (**MEIDENSHA CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1416029 東京都品川区大崎二丁目１番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 庭川 誠 (**NIWAKAWA, Makoto**); 〒1416029 東京都品川区大崎二丁目１番１号 株式会社明電舎内 Tokyo (JP). 渡部 勇介 (**WATABE, Yusuke**); 〒1416029 東京都品川区大崎二丁目１番１号 株式会社明電舎内 Tokyo (JP). 松原 一隆 (**MATSUBARA, Kazutaka**); 〒1416029 東京都品川区大崎二丁目１番１号 株式会社明電舎内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 光石 俊郎, 外 (**MITSUISHI, Toshiro** et al.); 〒1070052 東京都港区赤坂一丁目９番１５号 光石法律特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

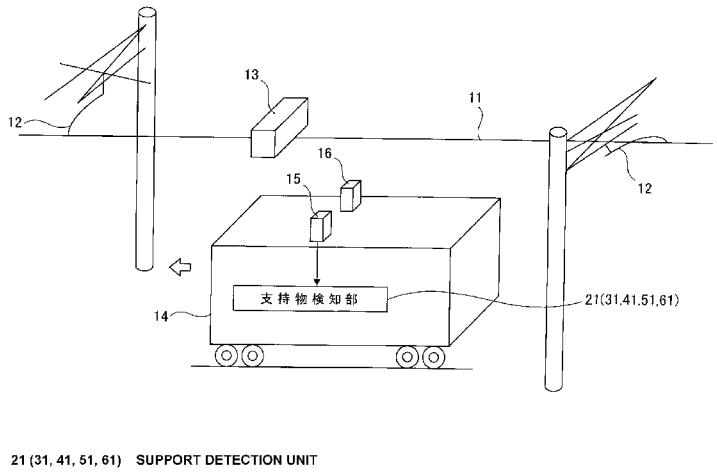
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) **Title**: SUPPORT DETECTION DEVICE USING LASER MEASUREMENT

(54) 発明の名称 : レーザ測定による支持物検知装置

[図1]



21 (31, 41, 51, 61) SUPPORT DETECTION UNIT

(57) **Abstract**: Supports for a railroad vehicle are accurately detected by using a support detection device using laser measurement and provided with: two or more scanning laser range finders (15, 16) that are provided at positions apart from each other in a tie direction from the center on the roof of a railroad vehicle (14), and each scan an outdoor support (12), a tunnel support (13), and a tunnel ceiling (17) above the vehicle (14) by the scan angle rotating about a rotation axis in the tie direction ; and a support detection unit (21) that, on the basis of data relating to a distance (d) and an angle (θ) to a scan spot irradiated with laser from the scanning laser range finders (15, 16), detects the outdoor support (12) or the tunnel support (13).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/024812 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

鉄道車両（１４）の屋根上中央から枕木方向に離間した位置に２台以上設けられ、それぞれ枕木方向の回転軸を中心として走査角度が回転し、車両（１４）上方の、屋外用支持物（１２）、トンネル用支持物（１３）及びトンネル天井（１７）を走査するスキャン式レーザ距離計（１５，１６）と、スキャン式レーザ距離計（１５，１６）からレーザを照射した走査箇所までの距離ｄ及び角度θのデータに基づき、屋外用支持物（１２）またはトンネル用支持物（１３）を検知する支持物検知部（２１）とを備えるレーザ測定による支持物検知装置を用いることで、鉄道車両における支持物を正確に検知する。

明　細　書

発明の名称 ： レーザ測定による支持物検知装置

技術分野

[0001] 本発明は、レーザ測定による支持物検知装置に関する。

背景技術

[0002] 本発明は、レーザ距離計を鉄道車両に設置し、地上から線路上方に設置された支持物を車両から検出するものであり、走行中に取得するレーザ距離計の距離データを変換して外乱と支持物とを分離するものである。ここで、支持物とは、鉄道におけるトロリ線等を固定する器具である。図１に示すように、支持物には屋外用（明かり区間）支持物１２とトンネル用支持物１３とがあり、いずれも枕木方向に設置されるものである。但し、図１に示すように、車両１４の進行方向（図中の白抜き矢印の指す方向。以下同様）に対して、屋外用支持物１２はトロリ線１１の左右に設置されており、トンネル用支持物１３はトロリ線１１を横切るように設置される。

[0003] 鉄道における架線検測装置では、走行中の自車両の位置を把握する必要がある。当該位置の把握には、地上に設置された支持物の位置を検知する方法が用いられるため、支持物検知は非常に重要である。支持物検知手段としては、走行中の車両からレーザ距離計で検知する手段が最も精度が良い。レーザ距離計を用いた位置測定に関連する従来技術としては、以下に挙げるものがある。

[0004] 下記特許文献１に記載の技術は、レーザ距離計からの取得データを含む位置観測データに基づいて送電線の位置とその支持物の位置とを特定するレーザ離隔計測システムにおいて、デジタルスチルカメラを、その撮像範囲がレーザ距離計の走査範囲に対して所定の関係となるように設け、デジタルスチルカメラからの静止画像データとレーザ距離計からの取得データとを時刻情報に基づいて関連付けることにより、位置観測データに基づいて特定された支持物の位置を、静止画像データに基づく画像上に表示するものである。

[0005] 下記特許文献２に記載の技術は、トンネル方向の軸を回転軸として回転しトンネル内壁面をレーザ距離計によって周方向に走査し、トンネル内壁面までの距離または当該距離の変位を表す位置データを測定するものであり、支持物も測定可能である。

[0006] また、下記特許文献３には、車両に設置したカメラでパンタグラフ近傍を撮像し、当該カメラの映像出力に画像処理を用いて支障物を検知する技術が記載されている（ここでの支障物とは、所定の範囲以下でパンタグラフと接近し、パンタグラフと衝突する恐れのある物を指している）。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開２００９－５８２５５号公報

特許文献2：特開２００２－１６８６１７号公報

特許文献3：特許第４０７８７９８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、上記特許文献１に記載の技術では、静止画像中に支持物が写る可能性があり、静止画像中から支持物を検知するための別の手段が必要である。また、この静止画像中の背景にはトンネル壁面の模様やビルなどが複雑に写ることも考えられるが、複雑な背景から正確に支持物を検知することは難しい。

[0009] また、上記特許文献２に記載の技術では、レーザの回転周期には上限があるため、高速走行する車両で測定する場合、レーザの回転周期の間に支持物が通過してしまい支持物が検知できない可能性がある。

[0010] さらに、上記特許文献３に記載の技術では、カメラ映像に３０ｆｐｓや６０ｆｐｓ等撮像周期の制約があるため、特許文献２に記載の技術と同様に、高速走行する車両においては撮像周期の間に支障物が通過してしまい、支障物が検知できない可能性がある。

[0011] 本発明の目的は、上述のように、従来技術では鉄道車両における支持物を正確に検知することが難しいという問題を解決するため、レーザ距離計を車両に設置し、地上から線路上方に設置された支持物を車両から検知するもので、走行中に取得するレーザ距離計の距離データを変換して外乱と支持物とを分別する装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0012] 上記課題を解決する第１の発明に係るレーザ測定による支持物検知装置は、

鉄道車両の屋根上中央から枕木方向に離間した位置に２台以上設けられ、それぞれ枕木方向の回転軸を中心として走査角度が回転し、前記車両上方の、屋外用支持物、トンネル用支持物及びトンネルの内壁面上部のトンネル天井を走査する、スキャン式レーザ距離計と、

前記スキャン式レーザ距離計からレーザを照射した走査箇所までの距離ｄ及び角度θのデータに基づき、屋外用支持物またはトンネル用支持物を検知する支持物検知部とを備えることを特徴とする。

[0013] 上記課題を解決する第２の発明に係るレーザ測定による支持物検知装置は、

上記第１の発明に係るレーザ測定による支持物検知装置において、

前記支持物検知部は、

２台以上の前記スキャン式レーザ距離計が各々の走査によって得た前記距離ｄ及び前記角度θをそれぞれ入力し、時間ｔを合わせることで、同一の前記距離ｄ、前記角度θ及び前記時間ｔに関する座標上のデータを作成する処理回路と、

前記処理回路にて作成された前記座標上のデータから、下記数式を用いて、前記時間ｔ及び鉛直方向のｙ軸についての投影面へプロットする（ｔ，ｙ）投影処理部と、

前記（ｔ，ｙ）投影処理部から入力した情報を基に、既知である前記トンネル天井の高さと前記トンネル用支持物及びトロリ線の高さの値を用いて、

プロットされた前記投影面上の前記データの点の２つの集合をそれぞれ直線近似する直線検出部と、

前記直線検出部から入力した情報を基に、前記ｙ軸の値が大きい方の集合が前記トンネル天井の前記データの集合、前記ｙ軸の値が小さい方の集合が前記トンネル用支持物及び前記トロリ線の前記データの集合であると分別する直線判定部とを備えることを特徴とする。

$$y = d \cdot \cos\theta$$

[0014] 上記課題を解決する第３の発明に係るレーザ測定による支持物検知装置は、

上記第１の発明に係るレーザ測定による支持物検知装置において、

前記支持物検知部は、

２台以上の前記スキャン式レーザ距離計が各々の走査によって得た前記距離ｄ及び前記角度θをそれぞれ入力し、時間ｔを合わせることで、同一の前記距離ｄ、前記角度θ及び前記時間ｔに関する座標上のデータを作成する処理回路と、

前記処理回路にて作成された前記座標上のデータから、下記数式を用いて、前記時間ｔ及び前記車両の進行方向に対し平行なｘ軸の絶対値についての投影面へプロットする（ｔ，ｘ）投影処理部と、

前記（ｔ，ｘ）投影処理部から入力した情報を基に、既知である前記車両の走行速度の値を用いて、プロットされた前記投影面上の前記データの点の２つの集合をそれぞれ直線近似する直線検出部と、

前記直線検出部から入力した情報を基に、前記２つの集合のうち、前記直線の傾斜角度が急な方の集合が前記屋外用支持物または前記トンネル用支持物の前記データの集合、緩やかな方の集合が前記トロリ線の前記データの集合であると分別する直線判定部とを備えることを特徴とする。

$$x = d \cdot \sin\theta$$

[0015] 上記課題を解決する第４の発明に係るレーザ測定による支持物検知装置は、

上記第１の発明に係るレーザ測定による支持物検知装置において、

前記支持物検知部は、

２台以上の前記スキャン式レーザ距離計が各々の走査によって得た前記距離ｄ及び前記角度θをそれぞれ入力し、時間ｔを合わせることで、同一の前記距離ｄ、前記角度θ及び前記時間ｔに関する第１座標上のデータを作成する処理回路と、

前記処理回路から入力した情報を基に、下記数式を用いて、前記第１座標上の前記データを、前記車両の進行方向に対し水平なｘ軸、前記車両の進行方向に対し垂直なｙ軸及び前記時間ｔに関する第２座標へ変換する（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部と、

前記（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部から入力した情報を基に、前記第２座標上の前記データを、前記時間ｔ及び前記ｙ軸についての第１投影面へプロットする（ｔ，ｙ）投影処理部と、

前記（ｔ，ｙ）投影処理部から入力した情報を基に、既知である前記トンネル天井の高さと前記トンネル用支持物及びトロリ線の高さの値を用いて、プロットされた前記第１投影面上の前記データの点の２つの集合をそれぞれ直線近似する第１直線検出部と、

前記第１直線検出部から入力した情報を基に、前記ｙ軸の値が大きい集合が前記トンネル天井の前記データの集合、前記ｙ軸の値が小さい集合が前記トンネル用支持物及び前記トロリ線の前記データの集合であると分別する第１直線判定部と、

前記（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部及び前記第１直線判定部から入力した情報を基に、前記トンネル天井の前記データの集合を排除した上での、前記第２座標上の前記データを、前記時間ｔ及び前記ｘ軸の絶対値についての第２投影面へプロットする（ｔ，ｘ）投影処理部と、

前記（ｔ，ｘ）投影処理部から入力した情報を基に、既知である前記車両の走行速度の値を用いて、プロットされた前記第２投影面上の前記データの点の２つの集合をそれぞれ直線近似する第２直線検出部と、

前記第２直線検出部から入力した情報を基に、前記第２直線検出部にて処理された前記２つの集合のうち、前記直線の傾斜角度が急な方の集合が前記屋外用支持物または前記トンネル用支持物の前記データの集合、緩やかな方の集合が前記トロリ線の前記データの集合であると分別する第２直線判定部とを備えることを特徴とする。

$$x = d \cdot \sin\theta$$

$$y = d \cdot \cos\theta$$

[0016] 上記課題を解決する第５の発明に係るレーザ測定による支持物検知装置は、

上記第３の発明に係るレーザ測定による支持物検知装置において、

前記支持物検知部は、さらに、

前記直線判定部から入力した情報を基に、前記車両が起点を出発してから前記屋外用支持物または前記トンネル用支持物を検知した回数をカウントし、現在検知している前記屋外用支持物または前記トンネル用支持物が、起点より何番目のものであるかを判断する支持物カウント部と、

予め設けられた、前記屋外用支持物または前記トンネル用支持物に起点から順番に付された番号と走行距離との相関関係より、前記支持物カウント部から入力した情報を基に、前記走行距離を算出する車両位置算出部とを備えることを特徴とする。

[0017] 上記課題を解決する第６の発明に係るレーザ測定による支持物検知装置は、

上記第４の発明に係るレーザ測定による支持物検知装置において、

前記支持物検知部は、さらに、

前記第２直線判定部から入力した情報を基に、前記車両が起点を出発してから前記屋外用支持物または前記トンネル用支持物を検知した回数をカウントし、現在検知している前記屋外用支持物または前記トンネル用支持物が、起点より何番目のものであるかを判断する支持物カウント部と、

予め設けられた、前記屋外用支持物または前記トンネル用支持物に起点か

ら順番に付された番号と走行距離との相関関係より、前記支持物カウント部から入力した情報を基に、前記走行距離を算出する車両位置算出部とを備えることを特徴とする。

[0018] 上記課題を解決する第７の発明に係るレーザ測定による支持物検知装置は、

上記第１の発明に係るレーザ測定による支持物検知装置において、

前記支持物検知部は、

２台以上の前記スキャン式レーザ距離計が各々の走査によって得た前記距離ｄ及び前記角度θをそれぞれ入力し、時間ｔを合わせることで、同一の前記距離ｄ、前記角度θ及び前記時間ｔに関する座標上のデータを作成する処理回路と、

前記処理回路にて作成された前記座標上のデータから、下記数式を用いて、前記時間ｔ及び前記車両の進行方向に対し平行なｘ軸の絶対値についての投影面へプロットする（ｔ，ｘ）投影処理部と、

前記走行速度が既知でない場合に、前記（ｔ，ｘ）投影処理部から入力した情報を基に、設計速度を用いて、プロットされた前記投影面上の前記データの点の２つの集合をそれぞれ直線近似する直線検出部と、

前記直線検出部から入力した情報を基に、前記２つの集合のうち、前記直線の傾斜角度が急な方の集合が前記屋外用支持物または前記トンネル用支持物の前記データの集合、緩やかな方の集合が前記トロリ線の前記データの集合であると分別する直線判定部と、

前記直線検出部及び前記直線判定部から入力した情報を基に、前記投影面において、前記屋外用支持物または前記トンネル用支持物の前記データの集合の前記直線の傾斜角度を測定する傾斜角度測定部と、前記傾斜角度測定部から入力した情報を基に、前記傾斜角度と前記走行速度との相関関係に基づき、当該走行速度を算出する車両速度算出部とを備えることを特徴とする。

$$x = d \cdot \sin\theta$$

[0019] 上記課題を解決する第８の発明に係るレーザ測定による支持物検知装置は

、

上記第１の発明に係るレーザ測定による支持物検知装置において、

前記支持物検知部は、

２台以上の前記スキャン式レーザ距離計が各々の走査によって得た前記距離ｄ及び前記角度θをそれぞれ入力し、時間ｔを合わせることで、同一の前記距離ｄ、前記角度θ及び前記時間ｔに関する第１座標上のデータを作成する処理回路と、

前記処理回路から入力した情報を基に、下記数式を用いて、前記第１座標上の前記データを、前記車両の進行方向に対し水平なｘ軸、前記車両の進行方向に対し垂直なｙ軸及び前記時間ｔに関する第２座標へ変換する（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部と、

前記（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部から入力した情報を基に、前記第２座標上の前記データを、前記時間ｔ及び前記ｙ軸についての第１投影面へプロットする（ｔ，ｙ）投影処理部と、

前記（ｔ，ｙ）投影処理部から入力した情報を基に、既知である前記トンネル天井の高さと前記トンネル用支持物及びトロリ線の高さの値を用いて、プロットされた前記第１投影面上の前記データの点の２つの集合をそれぞれ直線近似する第１直線検出部と、

前記第１直線検出部から入力した情報を基に、前記ｙ軸の値が大きい集合が前記トンネル天井の前記データの集合、前記ｙ軸の値が小さい集合が前記トンネル用支持物及び前記トロリ線の前記データの集合であると分別する第１直線判定部と、

前記（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部及び前記第１直線判定部から入力した情報を基に、前記トンネル天井の前記データの集合を排除した上での、前記第２座標上の前記データを、前記時間ｔ及び前記ｘ軸の絶対値についての第２投影面へプロットする（ｔ，ｘ）投影処理部と、

前記走行速度が既知でない場合に、前記（ｔ，ｘ）投影処理部から入力した情報を基に、設計速度を用いて、プロットされた距離データの点の２つの

集合をそれぞれ直線近似する第２直線検出部と、

前記第２直線検出部から入力した情報を基に、前記第２直線検出部にて処理された前記２つの集合のうち、前記直線の傾斜角度が急な方の集合が前記屋外用支持物または前記トンネル用支持物の前記データの集合、緩やかな方の集合が前記トロリ線の前記データの集合であると分別する第２直線判定部と、

前記第２直線検出部及び前記第２直線判定部から入力した情報を基に、前記第２投影面において、前記屋外用支持物または前記トンネル用支持物の前記データの集合の前記直線の傾斜角度を測定する傾斜角度測定部と、

前記傾斜角度測定部から入力した情報を基に、前記傾斜角度と前記走行速度との相関関係に基づき、当該走行速度を算出する車両速度算出部とを備えることを特徴とする。

$$x = d \cdot \sin\theta$$

$$y = d \cdot \cos\theta$$

発明の効果

[0020] 上記第１の発明に係るレーザ測定による支持物検知装置によれば、鉄道車両の進行方向からみて左右両方の屋外用支持物を検知することができる。

[0021] 上記第２の発明に係るレーザ測定による支持物検知装置によれば、車両の進行方向に向けたスキャン式レーザ距離計の距離データを、時間ｔとｙ軸における投影面へ投影することで、外乱となるトンネル天井の距離データを排除し、トンネル用支持物及びトロリ線を検知することができる。

[0022] 上記第３の発明に係るレーザ測定による支持物検知装置によれば、車両の進行方向に向けたレーザ距離計の距離データを、時間ｔとｘ軸における投影面へ投影することで、外乱となるトロリ線の距離データを排除し、支持物のみを検出することができる。

[0023] 上記第４の発明に係るレーザ測定による支持物検知装置によれば、車両の進行方向に向けたレーザ距離計の距離データを、時間ｔとｙ軸における投影面及び時間ｔとｘ軸における投影面へ投影することで、外乱となるトンネル

天井とトロリ線の距離データを排除し、支持物のみを検出することができる。

[0024] 上記第５，６の発明に係るレーザ測定による支持物検知装置によれば、屋外用支持物またはトンネル用支持物に付された番号と走行距離との相関関係を用いることで、外乱となるトンネル天井及びトロリ線に影響されることなく、走行中の自車両の位置を算出することができる。

[0025] 上記第７，８の発明に係るレーザ測定による支持物検知装置によれば、屋外用支持物またはトンネル用支持物のデータの集合の直線の傾斜角度を測定することで、外乱となるトンネル天井及びトロリ線に影響されることなく、自車両の走行速度を算出することができる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]本発明の実施例１～３に係るレーザ測定による支持物検知装置を説明する概略図である。

[図2]本発明の実施例１～３に係るレーザ測定による支持物検知装置を説明する概略的側面図である。

[図3]本発明の実施例１～３に係るレーザ測定による支持物検知装置を説明する概略的平面図である。

[図4]本発明に係るレーザ測定による支持物検知装置のブロック図である。（ａ）は実施例１に係るものであり、（ｂ）は実施例２に係るものであり、（ｃ）は実施例３に係るものである。

[図5]本発明の実施例１～３におけるスキャン式レーザ距離計による走査方向を説明する概略的側面図である。

[図6]距離データの投影面の概略図である。（ａ）は実施例１における（ｔ，ｙ）投影処理部によるものであり、（ｂ）は実施例２における（ｔ，ｘ）投影処理部によるものである。

[図7]本発明に係るレーザ測定による支持物検知装置の作動を説明するフローチャートである。（ａ）は、実施例１に係るものであり、（ｂ）は実施例２に係るものであり、（ｃ）は実施例３に係るものである。

[図8]本発明に係るレーザ測定による支持物検知装置のブロック図である。（ａ）は、実施例４に係るものであり、（ｂ）は実施例５に係るものである。

[図9]本発明の実施例４における距離テーブルの一例である。

[図10]本発明の実施例５における距離データの投影面の概略図である。

発明を実施するための形態

[0027] 以下、本発明に係るレーザ測定による支持物検知装置を、実施例により図面を用いて説明する。

実施例 １

[0028] 本発明の実施例１に係るレーザ測定による支持物検知装置は、スキャン式レーザ距離計の回転軸を枕木方向に設置する構成と、測定した距離データを投影面に投影する構成を組み合わせることで、外乱となるトンネルの内壁面上部（以下、トンネル天井と記載）を排除して屋外用支持物またはトンネル用支持物を正確に分別し検出することが可能となるものである。

[0029] 図１は本装置を説明する概略図である。図１に表すように、本装置は、第１レーザ距離計１５、第２レーザ距離計１６及び支持物検知部２１を備える。

[0030] 上述の第１レーザ距離計１５及び第２レーザ距離計１６は、レーザを照射した走査箇所までの距離及び角度のデータを取得するものであり、枕木方向の回転軸を中心にして走査角度が回転し、車両１４の上方を走査する。

[0031] 図２は本装置を説明する概略的側面図である。破線矢印Ａは第１レーザ距離計１５の走査角度の回転を示しており（図２には図示されていない第２レーザ距離計１６も同様）、黒点は走査箇所を示している。これを見ればわかるように、第１レーザ距離計１５が回転することでトンネル用支持物１３及びトンネル天井１７を走査している。

[0032] 図３の概略的平面図に示すように、本装置では、第１レーザ距離計１５及び第２レーザ距離計１６が車両１４の屋根上中央から枕木方向に左右均等に離間した位置に設けられている。

[0033] 上述ではレーザ距離計を車両１４の屋根上の左右に１台ずつ合計２台設置

しているが、これは、図３に示すように屋外用支持物１２が車両１４の進行方向から見てトロリ線１１の左右に存在しており、レーザ距離計が１台では左右どちらか一方しか測定できないため、レーザ距離計を左右１台ずつ合計２台設置し、左右両方の屋外用支持物１２を検知可能にしているものである。図３中では、レーザ距離計１５の走査（走査方向は破線矢印Ｂ）によって、車両１４の進行方向に対して右側に設置された屋外用支持物１２を検知し、レーザ距離計１６の走査（走査方向は破線矢印Ｂ´）によって、同左側に設置された屋外用支持物１２を検知している状態を示している。

[0034] 但し、本装置ではレーザ距離計の台数を２台としているが、実際は２台以上であれば何台でも良く、特に台数を限定するものではない。

[0035] 上述の支持物検知部２１は、第１レーザ距離計１５及び第２レーザ距離計１６から入力した情報に基づき、屋外用支持物１２またはトンネル用支持物１３を検知するものである。

[0036] 図４（ａ）は本発明の実施例１に係るレーザ測定による支持物検知装置のブロック図であるが、図４（ａ）に示すように、支持物検知部２１は、処理回路２２、（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部２３、（ｔ，ｙ）投影処理部２４、直線検出部２５及び直線判定部２６を備える。以下、図５の概略的側面図を用いて説明する。

[0037] 上述の処理回路２２は、レーザ距離計１５とレーザ距離計１６とが各々１回の走査（図５中では、破線矢印Ｃで表される走査方向が、破線矢印Ａに従って回転する）によって得た放射状の距離データ（ｄ，θ）（ｄ：距離、θ：角度）をそれぞれ入力し、時間を合わせることで同一の（θ，ｄ，ｔ）座標（ｔ：時間）上の距離データに変換し、（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部２３へ出力する。尚、図５中の黒点は、図２と同様、レーザ距離計１５（またはレーザ距離計１６）による走査箇所を表している。

[0038] 上述の（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部２３は、処理回路２２から入力した情報を基に、下記数式を用いて、（θ，ｄ，ｔ）座標上の距離データを（ｘ，ｙ，ｔ）座標（ｘ：車両１４の進行方向に対し平行な水平軸、ｙ：鉛直方向に

延びる鉛直軸）へ変換し、（ｔ，ｙ）投影処理部２４へ出力する。

[0039] $$x = d \cdot \sin\theta$$

$$y = d \cdot \cos\theta$$

[0040] 上述の（ｔ，ｙ）投影処理部２４は、（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部２３から入力した情報を基に、（ｘ，ｙ，ｔ）座標上の距離データを図６（ａ）のような（ｔ－ｙ）投影面へプロットし、直線検出部２５へ出力する（プロットされた点の位置についての説明は後述）。

[0041] 上述の直線検出部２５では、（ｔ，ｙ）投影処理部２４から入力した情報を基に、既知であるトンネル天井１７の高さとトンネル用支持物１３及びトロリ線１１の高さの値を用いて、プロットされた距離データの点の２つの集合をそれぞれ直線近似し、直線判定部２６へ出力する。

[0042] 即ち、トンネル天井１７と、トンネル用支持物１３及びトロリ線１１とでは、ｙ軸の値が異なるため、図６（ａ）の（ｔ－ｙ）投影面を見ると、プロットされた距離データの点の集合は、自ずとｔ軸に平行な２本の直線状のようになる（図中のａとｂ）。ａの集合はトンネル天井１７の距離データを、ｂの集合はトンネル用支持物１３及びトロリ線１１の距離データをそれぞれ表しているが、このとき、トンネル天井１７の高さと、トンネル用支持物１３及びトロリ線１１の高さの値はそれぞれ既知であるため、当該値を用いてプロットされた距離データの点の集合ａ，ｂを直線近似するということである。

[0043] 上述の直線判定部２６は、直線検出部２５から入力した情報を基に、トンネル用支持物１３及びトロリ線１１を、トンネル天井１７と分別する。つまり、上述のようにｙの値が大きい（高さが高い）集合ａがトンネル天井１７の距離データの点の集合であり、ｙの値が小さい（高さが低い）集合ｂがトンネル用支持物１３及びトロリ線１１の距離データの点の集合と判断する。

[0044] 従って、支持物検知部２１は、（θ，ｄ，ｔ）座標で表される距離データを、（ｔ－ｙ）投影面へ投影することによって、トンネル天井１７の距離データと、トンネル用支持物１３及びトロリ線１１の距離データとが別々の集

合にプロットされ、それぞれを直線近似することで、２つの距離データに分別することができ、トンネル天井１７と、トンネル用支持物１３及びトロリ線１１とを区別できるというものである。

[0045] 次に、本装置の作動手順について図７（ａ）のフローチャートを用いて説明する。

[0046] ステップＳ１では、レーザ距離計１５とレーザ距離計１６とが各々１回の走査によって得た放射状の距離データ（ｄ，θ）を、処理回路２２にて、時間を合わせることで同一の（θ，ｄ，ｔ）座標に変換する。

[0047] ステップＳ２では、（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部２３にて、（θ，ｄ，ｔ）座標を（ｘ，ｙ，ｔ）座標へ変換する。

[0048] ステップＳ３では、（ｔ，ｙ）投影変換部２４にて、（ｘ，ｙ，ｔ）座標に変換された距離データを（ｔ－ｙ）投影面へプロットする。

[0049] ステップＳ４では、直線検出部２５にて、既知であるトンネル天井１７の高さとトンネル用支持物１３及びトロリ線１１の高さの値を用いて、プロットされた（ｔ－ｙ）投影面上の距離データの点の２つの集合をそれぞれ直線近似する。

[0050] ステップＳ５では、直線判定部２６にて、トンネル天井１７と、トンネル用支持物１３及びトロリ線１１とを分別する。

[0051] ステップＳ６では、レーザ距離計１５とレーザ距離計１６による画像入力が終了していれば本装置の作動を終了し、終了していなければステップＳ１へ移行する。

[0052] 従来技術では、レーザ距離計の回転周期には上限があるため、高速走行中の車両においてはレーザ距離計の回転周期の間に支持物が通過してしまい、支持物が検知できない可能性がある。これに対して本装置は、レーザ距離計の回転軸を枕木方向に向けて、支持物の距離データを点列データ上に多数取得し、さらに図６（ａ）に示す投影面に投影することで、支持物とトンネル天井とを正確に分別し検出することが可能となる。

[0053] 換言すれば本装置は、鉄道車両１４の屋根上中央から枕木方向に離間した

位置に２台以上設けられ、それぞれ枕木方向の回転軸を中心として走査角度が回転し、前記車両１４上方の、屋外用支持物１２、トンネル用支持物１３及びトンネルの内壁面上部のトンネル天井１７を走査する、スキャン式レーザ距離計１５，１６と、スキャン式レーザ距離計からレーザを照射した走査箇所までの距離ｄ及び角度θのデータに基づき、屋外用支持物１２またはトンネル用支持物１３を検知する支持物検知部２１とを備え、さらに、支持物検知部２１は、２台以上のスキャン式レーザ距離計１５，１６が各々の走査によって得た距離ｄ及び角度θをそれぞれ入力し、時間ｔを合わせることで、同一の距離ｄ、角度θ及び時間ｔに関する座標上のデータを作成する処理回路２２と、処理回路２２にて作成された座標上のデータから、下記数式を用いて、時間ｔ及び鉛直方向のｙ軸についての投影面へプロットする（ｔ，ｙ）投影処理部２４と、（ｔ，ｙ）投影処理部２４から入力した情報を基に、既知であるトンネル天井１７の高さとトンネル用支持物１３及びトロリ線１１の高さの値を用いて、プロットされた投影面上のデータの点の２つの集合をそれぞれ直線近似する直線検出部２５と、直線検出部２５から入力した情報を基に、ｙ軸の値が大きい方の集合がトンネル天井１７のデータの集合、ｙ軸の値が小さい方の集合がトンネル用支持物１３及びトロリ線１１のデータの集合であると分別する直線判定部２６とを備えるものである。尚、（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部２３については本装置にとって必須の構成要件ではないため、当該段落の記載では省略し、代わりに、処理回路２２にて作成された座標上のデータから（ｔ，ｙ）投影処理部２４において下記数式を用いて処理を行う旨を記載している。

[0054] $$y = d \cdot \cos\theta$$

[0055] 上述のようにして、車両の進行方向に向けたレーザ距離計の距離データを、時間ｔとｙ軸における投影面へ投影することで、外乱となるトンネル天井の距離データを排除し、トンネル用支持物及びトロリ線を検出することができる。

実施例 2

[0056] 実施例１に係るレーザ測定による支持物検知装置が、トンネル天井の距離データを排除するものであるのに対し、本発明の実施例２に係るレーザ測定による支持物検知装置は、トロリ線の距離データを排除し、支持物（屋外用支持物とトンネル用支持物）を正確に検出するものである。

[0057] 図１に表すように、本装置は、第１レーザ距離計１５、第２レーザ距離計１６及び支持物検知部３１を備える。第１レーザ距離計１５及び第２レーザ距離計１６は、実施例１に係るレーザ測定による支持物検知装置と同様のため、説明は省略する。

[0058] 上述の支持物検知部３１は、第１レーザ距離計１５及び第２レーザ距離計１６から入力した情報に基づき、屋外用支持物１２またはトンネル用支持物１３を検知するものである。

[0059] 図４（ｂ）は本装置のブロック図であるが、当該図に示すように、支持物検知部３１は、処理回路３２、（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部３３、（ｔ，ｘ）投影処理部３４、直線検出部３５及び直線判定部３６を備える。

[0060] 上述の処理回路３２及び（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部３３については、実施例１に係るレーザ測定による支持物検知装置における処理回路２２及び（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部２３と同様であるため説明は省略し、以下、（ｔ，ｘ）投影処理部３４、直線検出部３５及び直線判定部３６について説明する。

[0061] 上述の（ｔ，ｘ）投影処理部３４は、（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部３３から入力した情報を基に、（ｘ，ｙ，ｔ）座標上の距離データを図６（ｂ）のような（ｔ－ｘ）投影面（ｘ軸は絶対値）へプロットし、直線検出部３５へ出力する（プロットされた点の位置についての説明は後述）。

[0062] 上述の直線検出部３５では、（ｔ，ｘ）投影処理部３４から入力した情報を基に、既知である車両１４の走行速度の値を用いて、プロットされた距離データの点の２つの集合をそれぞれ直線近似し、直線判定部３６へ出力する。

[0063] 即ち、図６（ｂ）の（ｔ－ｘ）投影面を見ると、プロットされた距離データの点の集合は、自ずとＶ字状のようになり（図中のｅとｆ）、ｅの集合は

支持物（屋外用支持物１２またはトンネル用支持物１３）の距離データを、ｆの集合はトロリ線１１の距離データをそれぞれ表しているが、このとき、車両１４の走行速度の値は既知であるため、当該値を用いてプロットされた距離データの点の集合ｅ，ｆを直線近似するということである。

[0064] ここで、車両１４は走査対象に段々と接近し、走査対象を通過した後は段々と遠ざかっていくが、図６（ｂ）のｘ軸は絶対値を表すものであるため、プロットされた距離データの点の集合ｅ，ｆは上述のようにＶ字状となる。

[0065] 図３では、例えばレーザ距離計１６からの屋外用支持物１２（トンネル用支持物１３でも同様）は車両１４に対して正対しているため、当該距離データは車両１４の走行速度に対応して接近するが、これに対してトロリ線１１は正対していないため、当該距離データは車両１４の走行速度に対して遅く接近する。従って、図６（ｂ）の（ｔ－ｘ）投影面に示すように、支持物とトロリ線は、Ｖ字状の傾斜角度の大小の違いで投影される。

[0066] 上述の直線判定部３６は、直線検出部３５から入力した情報を基に、支持物とトロリ線１１とを分別する。つまり、２つの集合のうち、上述のようにＶ字状の直線の傾斜角度が急な方の集合ｅは、支持物の距離データの点の集合であり、角度が緩やかな方の集合ｆは、トロリ線１１の距離データの点の集合であると判断する。

[0067] 従って、支持物検知部３１は、（θ，ｄ，ｔ）座標で表される距離データを、（ｔ－ｘ）投影面へ投影することによって、支持物の距離データとトロリ線１１の距離データとが別々の集合にプロットされ、それぞれを直線近似することで、２つの距離データに分別することができ、トロリ線１１の距離データを除外することができる。

[0068] 本装置の作動手順について図７（ｂ）のフローチャートを用いて説明する。

[0069] ステップＳ１１では、レーザ距離計１５とレーザ距離計１６とが各々１回の走査によって得た放射状の距離データ（ｄ，θ）を、処理回路３２にて、時間を合わせることで同一の（θ，ｄ，ｔ）座標に変換する。

[0070] ステップＳ１２では、（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部３３にて、（θ，ｄ，ｔ）座標を（ｘ，ｙ，ｔ）座標へ変換する。

[0071] ステップＳ１３では、（ｔ，ｘ）投影変換部３４にて、（ｘ，ｙ，ｚ）座標に変換された距離データを、（ｔ－ｘ）投影面へプロットする。

[0072] ステップＳ１４では、直線検出部３５にて、既知である車両１４の走行速度の値を用いて、プロットされた（ｔ－ｘ）投影面上の距離データの点の２つの集合をそれぞれ直線近似する。

[0073] ステップＳ１５では、直線判定部３６にて、トロリ線１１と、屋外用支持物１２またはトンネル用支持物１３とを分別する。

[0074] ステップＳ１６では、レーザ距離計１５とレーザ距離計１６による画像入力が終了していれば本装置の作動を終了し、終了していなければステップＳ１１へ移行する。

[0075] 従来技術では、レーザ距離計の回転周期には上限があるため、高速走行中の車両においてはレーザ距離計の回転周期の間に支持物が通過してしまい、支持物が検知できない可能性がある。これに対して本装置は、レーザ距離計の回転軸を枕木方向に向けて、支持物の距離データを点列データ上に多数取得し、さらに図６（ｂ）に示す投影面に投影することで、支持物とトロリ線とを正確に分別し検出することが可能となる。

[0076] 換言すれば本装置は、実施例１と同一のスキャン式レーザ距離計１５，１６と、支持物検知部３１とを備え、支持物検知部３１は、２台以上の前記スキャン式レーザ距離計１５，１６が各々の走査によって得た距離ｄ及び角度θをそれぞれ入力し、時間ｔを合わせることで、同一の距離ｄ、角度θ及び時間ｔに関する座標上のデータを作成する処理回路３２と、処理回路２２にて作成された座標上のデータから、下記数式を用いて、時間ｔ及び車両１４の進行方向に対し平行なｘ軸の絶対値についての投影面へプロットする（ｔ，ｘ）投影処理部３４と、（ｔ，ｘ）投影処理部３４から入力した情報を基に、既知である車両１４の走行速度の値を用いて、プロットされた投影面上のデータの点の２つの集合をそれぞれ直線近似する直線検出部３５と、直線

検出部３５から入力した情報を基に、２つの集合のうち、直線の傾斜角度が急な方の集合が屋外用支持物１２またはトンネル用支持物１３のデータの集合、緩やかな方の集合がトロリ線１１のデータの集合であると分別する直線判定部３６とを備えるものである。尚、（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部３３については本装置にとって必須の構成要件ではないため、当該段落の記載では省略し、代わりに、処理回路３２にて作成された座標上のデータから（ｔ，ｙ）投影処理部３４において下記数式を用いて処理を行う旨を記載している。

[0077] $x = d \cdot \sin\theta$

[0078] 上述のようにして、車両の進行方向に向けたレーザ距離計の距離データを、時間ｔとｘ軸における投影面へ投影することで、外乱となるトロリ線を排除し、支持物のみを検出することができる。

実施例 3

[0079] 本発明の実施例３に係るレーザ測定による支持物検知装置は、実施例１に係るレーザ測定による支持物検知装置と実施例２に係るレーザ測定による支持物検知装置とを組み合わせたものである。

[0080] 図１に表すように、本装置は、第１レーザ距離計１５、第２レーザ距離計１６及び支持物検知部４１を備える。第１レーザ距離計１５及び第２レーザ距離計１６は、実施例１，２に係るレーザ測定による支持物検知装置と同様のため説明は省略する。

[0081] 上述の支持物検知部４１は、第１レーザ距離計１５及び第２レーザ距離計１６から入力した情報に基づき、屋外用支持物１２またはトンネル用支持物１３を検知するものである。

[0082] 図４（ｃ）は本装置のブロック図であるが、当該図に示すように、支持物検知部４１は、処理回路４２、（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部４３、（ｔ，ｙ）投影処理部４４、第１直線検出部４５、第１直線判定部４６、（ｔ，ｘ）投影処理部４７、第２直線検出部４８及び第２直線判定部４９を備える。

[0083] 上述の処理回路４２、（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部４３、（ｔ，ｙ）投影処理部４４、第１直線検出部４５及び第１直線判定部４６については、実施例

１に係るレーザ測定による支持物検知装置における処理回路２２、（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部２３、（ｔ，ｙ）投影処理部２４、直線検出部２５及び直線判定部２６と同様であるため、説明は省略する。

[0084] また、第２直線検出部４８及び第２直線判定部４９についても、実施例２に係るレーザ測定による支持物検知装置における直線検出部３５及び直線判定部３６と同様であるため、説明は省略する。

[0085] 上述の（ｔ，ｘ）投影処理部４７は、（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部４３及び第２直線検出部４６から入力した情報を基に、トンネル天井１７の距離データを排除した上での、（ｘ，ｙ，ｔ）座標上の距離データを、（ｔ－ｘ）投影面（ｘ軸は絶対値）へプロットし、第２直線検出部４８へ出力する。

[0086] このようにして、支持物検知部４１は、（θ，ｄ，ｔ）座標で表される距離データを、図６（ａ）のような（ｔ－ｙ）投影面と同図（ｂ）のような（ｔ－ｘ）投影面とに投影することによって、外乱となるトロリ線１１とトンネル天井１７を排除して支持物を正確に検出することができる。尚、（ｔ－ｙ）投影面は、車両１４との相対距離が変動しないトンネル天井１７までの距離データの排除に用い、（ｔ－ｘ）投影面は、車両１４との相対距離が変動するトロリ線１１の距離データの排除に用いる。

[0087] 本装置の作動手順について図７（ｃ）のフローチャートを用いて説明する。

[0088] ステップＳ２１では、レーザ距離計１５とレーザ距離計１６とが各々１回の走査によって得た放射状の距離データ（ｄ，θ）を、処理回路４２にて、時間を合わせることで同一の（θ，ｄ，ｔ）座標に変換する。

[0089] ステップＳ２２では、（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部４３にて、（θ，ｄ，ｔ）座標を（ｘ，ｙ，ｔ）座標へ変換する。

[0090] ステップＳ２３では、（ｔ－ｙ）投影変換部４４にて、（ｘ，ｙ，ｚ）座標に変換された距離データを、（ｔ－ｙ）投影面へプロットする。

[0091] ステップＳ２４では、第１直線検出部４５にて、トンネル天井１７の高さとトンネル用支持物１３及びトロリ線１１の高さの値を用いて、プロットさ

れた（ｔ－ｙ）投影面上の距離データの点の２つの集合をそれぞれ直線近似する。

[0092] ステップＳ２５では、第１直線判定部４６にて、トンネル天井１７と、トンネル用支持物１３及びトロリ線１１とを分別する。

[0093] ステップＳ２６では、（ｔ，ｘ）投影変換部４７にて、トンネル天井１７の距離データを排除した上での、（ｘ，ｙ，ｚ）座標に変換された距離データを、（ｔ－ｘ）投影面へプロットする。

[0094] ステップＳ２７では、第２直線検出部４８にて、既知である車両１４の走行速度の値を用いて、プロットされた（ｔ－ｘ）投影面上の距離データの点の２つの集合をそれぞれ直線近似する。

[0095] ステップＳ２８では、第２直線判定部４９にて、トロリ線１１と、屋外用支持物１２またはトンネル用支持物１３とを分別する。

[0096] ステップＳ２９では、レーザ距離計１５とレーザ距離計１６による画像入力が終了していれば本装置の作動を終了し、終了していなければステップＳ２１へ移行する。

[0097] 換言すれば本装置は、実施例１と同一のスキャン式レーザ距離計１５，１６と、支持物検知部４１とを備え、支持物検知部４１は、２台以上のスキャン式レーザ距離計１５，１６が各々の走査によって得た距離ｄ及び角度θをそれぞれ入力し、時間ｔを合わせることで、同一の距離ｄ、角度θ及び時間ｔに関する第１座標上のデータを作成する処理回路４２と、処理回路４２から入力した情報を基に、下記数式を用いて、第１座標上のデータを、車両１４の進行方向に対し平行なｘ軸、鉛直方向のｙ軸及び時間ｔに関する第２座標へ変換する（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部４３と、（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部４３から入力した情報を基に、第２座標上のデータを、時間ｔ及びｙ軸についての第１投影面へプロットする（ｔ，ｙ）投影処理部４４と、（ｔ，ｙ）投影処理部４４から入力した情報を基に、既知であるトンネル天井１７の高さとトンネル用支持物１３及びトロリ線１１の高さの値を用いて、プロットされた第１投影面上のデータの点の２つの集合をそれぞれ直線近似する第１

直線検出部４５と、第１直線検出部４５から入力した情報を基に、ｙ軸の値が大きい集合がトンネル天井１７のデータの集合、ｙ軸の値が小さい集合がトンネル用支持物１３及びトロリ線１１のデータの集合であると分別する第１直線判定部４６と、（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部４３及び第１直線判定部４６から入力した情報を基に、トンネル天井１７のデータの集合を排除した上での、第２座標上のデータを、時間ｔ及びｘ軸の絶対値についての第２投影面へプロットする（ｔ，ｘ）投影処理部４７と、（ｔ，ｘ）投影処理部４７から入力した情報を基に、既知である車両１４の走行速度の値を用いて、プロットされた第２投影面上のデータの点の２つの集合をそれぞれ直線近似する第２直線検出部４８と、第２直線検出部４８から入力した情報を基に、第２直線検出部４８にて処理された２つの集合のうち、直線の傾斜角度が急な方の集合が屋外用支持物１２またはトンネル用支持物１３のデータの集合、緩やかな方の集合がトロリ線１１のデータの集合であると分別する第２直線判定部４９とを備えるものである。

[0098] $x = d \cdot \sin\theta$

$y = d \cdot \cos\theta$

[0099] 上述のようにして、車両の進行方向に向けたレーザ距離計の距離データを、時間ｔとｙ軸における投影面及び時間ｔとｘ軸における投影面へ投影することで、外乱となるトンネル天井とトロリ線を排除し、支持物のみを検出することができる。

実施例 4

[0100] 本発明の実施例４に係るレーザ測定による支持物検知装置は、自車両の位置を算出する構成を備えるものである。

[0101] 図１に表すように、本装置は、第１レーザ距離計１５、第２レーザ距離計１６及び支持物検知部５１を備える。第１レーザ距離計１５及び第２レーザ距離計１６は、実施例１～３に係るレーザ測定による支持物検知装置と同様のため説明は省略する。

[0102] 上述の支持物検知部５１は、第１レーザ距離計１５及び第２レーザ距離計

１６から入力した情報に基づき、屋外用支持物１２またはトンネル用支持物１３を検知するものである。

[0103] 図８（ａ）は本装置のブロック図である。当該図に示すように、本装置の支持物検知部５１は、処理回路５２、（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部５３、（ｔ，ｘ）投影処理部５４、直線検出部５５、直線判定部５６、支持物カウント部５７及び車両位置算出部５８を備える。

[0104] 上述の処理回路５２、（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部５３、（ｔ，ｘ）投影処理部５４、直線検出部５５及び直線判定部５６については、実施例２における支持物検知部３１の処理回路３２、（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部３３、（ｔ，ｘ）投影処理部３４、直線検出部３５及び直線判定部３６と同様のため、説明は省略する。

[0105] 上述の支持物カウント部５７は、直線判定部５６から入力した情報を基に、車両１４が起点を出発してから屋外用支持物１２またはトンネル用支持物１３を検知した回数をカウントすることで、現在検知している屋外用支持物１２またはトンネル用支持物１３が、起点より何番目のものであるかを判断し、車両位置算出部５８へ出力する。

[0106] 上述の車両位置算出部５８は、図９にその一例を示すように、屋外用支持物１２またはトンネル用支持物１３に起点から順番に付された支持物番号と起点からの距離との相関関係を示す距離テーブルが予め設けられている。当該図中において、支持物番号「１」は、起点より１番目の屋外用支持物１２またはトンネル用支持物１３に付される番号であり、支持物番号「２」は、起点より２番目の屋外用支持物１２またはトンネル用支持物１３に付される番号である（以下同様）。図９によると、例えば、支持物番号「ｎ」が付された屋外用支持物１２またはトンネル用支持物１３は、起点から３３０．０３０ｋｍの位置にあることを示している。

[0107] そして、車両位置算出部５８は、支持物カウント部５７から入力した情報を基に、上述の距離テーブルを参照して、屋外用支持物１２またはトンネル用支持物１３の起点からの距離を算出する。現在検知している屋外用支持物

１２またはトンネル用支持物１３の起点からの距離は、そのまま走行距離となる。このようにして、車両位置算出部５８は車両位置を算出する。

[0108] 従来は、車両１４の車輪にエンコーダを付けることで、自車両の位置を把握していたが、本装置では、上述の構成とすることで、車輪にエンコーダを付けずに自車両の位置を算出することができる。

[0109] なお、上述では、支持物検知部５１が、実施例２の処理回路３２、（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部３３、（ｔ，ｘ）投影処理部３４、直線検出部３５及び直線判定部３６と同様の構成（上述の処理回路５２、（ｘ、ｙ、ｔ）座標変換部５３、（ｔ、ｘ）投影処理部５４、直線検出部５５及び直線判定部５６）に、支持物カウント部５７及び車両位置算出部５８を付加したものとして説明したが、本実施例はこれに限定されるものではなく、実施例３の処理回路４２、（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部４３、（ｔ，ｙ）投影処理部４４、第１直線検出部４５、第１直線判定部４６、（ｔ，ｘ）投影処理部４７、第２直線検出部４８及び第２直線判定部４９と同様の構成に、支持物カウント部５７及び車両位置算出部５８を付加するものとしてもよい。その場合、支持物カウント部５７は、第２直線判定部４９と同様の構成から入力した情報を基に処理を行うこととなる。

[0110] 換言すれば本装置の支持物検知部５１は、実施例２と同様の構成に、さらに、車両１４が起点を出発してから屋外用支持物１２またはトンネル用支持物１３を検知した回数をカウントし、現在検知している屋外用支持物１２またはトンネル用支持物１３が、起点より何番目のものであるかを判断する支持物カウント部５７と、予め設けられた、屋外用支持物１２またはトンネル用支持物１３に起点から順番に付された番号と走行距離との相関関係より、支持物カウント部５７から入力した情報を基に、走行距離を算出する車両位置算出部５８とを備えるものである。

[0111] あるいは本装置の支持物検知部５１は、実施例３と同様の構成に、さらに、車両１４が起点を出発してから屋外用支持物１２またはトンネル用支持物１３を検知した回数をカウントし、現在検知している屋外用支持物１２また

はトンネル用支持物１３が、起点より何番目のものであるかを判断する支持物カウント部５７と、予め設けられた、屋外用支持物１２またはトンネル用支持物１３に起点から順番に付された番号と走行距離との相関関係より、支持物カウント部５７から入力した情報を基に、走行距離を算出する車両位置算出部５８とを備えるものとしてもよい。

[0112] 上述のようにして、本装置では、屋外用支持物またはトンネル用支持物に付された番号と走行距離との相関関係を用いることで、外乱となるトンネル天井及びトロリ線に影響されることなく、走行中の自車両の位置を算出することができる。

実施例 5

[0113] 実施例２，３では、車両１４の走行速度が既知であるものと記載しているが、この走行速度は、速度センサやエンコーダ等により計測されるものであり、この点に関しては従来と同様であった。本発明の実施例５に係るレーザ測定による支持物検知装置は、速度センサやエンコーダを用いず、走行速度が既知でない場合に、この走行速度を算出する構成を付加したものである。

[0114] 図１に表すように、本装置は、第１レーザ距離計１５、第２レーザ距離計１６及び支持物検知部６１を備える。第１レーザ距離計１５及び第２レーザ距離計１６は、実施例１～４に係るレーザ測定による支持物検知装置と同様のため説明は省略する。

[0115] 上述の支持物検知部６１は、第１レーザ距離計１５及び第２レーザ距離計１６から入力した情報に基づき、屋外用支持物１２またはトンネル用支持物１３を検知するものである。

[0116] 図８（ｂ）は本装置のブロック図である。当該図に示すように、本装置の支持物検知部６１は、処理回路６２、（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部６３、（ｔ，ｘ）投影処理部６４、直線検出部６５、直線判定部６６、傾斜角度測定部６７及び車両速度算出部６８を備える。

[0117] 上述の処理回路６２、（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部６３、（ｔ，ｘ）投影処理部６４及び直線判定部６６については、実施例２における支持物検知部３

１の処理回路３２、（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部３３、（ｔ，ｘ）投影処理部３４及び直線判定部３６と同様のため、説明は省略する。

[0118] 上述の直線検出部６５は、所定範囲の値を有する、予め設定された設計速度（例：０～８０ｋｍ／ｈ）の値を用いて、（ｔ，ｘ）投影処理部６４から入力した情報を基に、プロットされた距離データの点の２つの集合をそれぞれ直線近似し、直線判定部６６及び傾斜角度測定部６７へ出力する。

[0119] 即ち、図１０の（ｔ－ｘ）投影面を見ると、プロットされた距離データの点の集合は、自ずとＶ字状のようになり（図中のｅとｆ）、ｅの集合は支持物（屋外用支持物１２またはトンネル用支持物１３）の距離データを、ｆの集合はトロリ線１１の距離データをそれぞれ表しているが、このとき、車両１４の設計速度の値を用いて、プロットされた距離データの点の集合ｅ，ｆを直線近似するということである（プロットされた距離データの点の集合がＶ字状になる理由は、実施例２における直線検出部３５についての説明を参照）。なお、支持物とトロリ線は、Ｖ字状の傾斜角度の大小の違いで投影される。

[0120] 上述の傾斜角度測定部６７は、直線検出部６５及び直線判定部６６から入力した情報を基に、図１０の（ｔ－ｘ）投影面において、ｅの集合（屋外用支持物１２またはトンネル用支持物１３の前記データの集合）の直線の傾斜角度である支持物接近角度αまたは支持物離隔角度α´を測定し、車両速度算出部６８に出力する。なお、支持物接近角度αとは、車両１４が屋外用支持物１２またはトンネル用支持物１３に接近している間のｅの集合の直線の傾斜角度であり、支持物離隔角度α´とは、車両１４が屋外用支持物１２またはトンネル用支持物１３から離隔していく間のｅの集合の直線の傾斜角度であり、通常はα＝α´となる。

[0121] 上述の車両速度算出部６８は、傾斜角度測定部６７から入力した情報を基に、αと車両１４の走行速度との相関関係に基づき、当該速度を算出する。

[0122] 既に説明したように、従来は、車両１４に速度センサを付けたり、車輪にエンコーダを付けたりすることにより、走行速度を把握していたが、本装置

では、上述の構成とすることで、速度センサやエンコーダを用いずに、車両１４の走行速度を算出することができる。

[0123] なお、上述では、車両１４の走行速度が既知でない場合を想定し、支持物検知部６１が、実施例２における支持物検知部３１のうち直線検出部３５を変更した（直線検出部６５とした）構成に、さらに、傾斜角度測定部６７及び車両速度算出部６８を付加したものとして説明したが、本実施例はこれに限定されるものではなく、実施例３における支持物検知部４１のうち第２直線検出部４８を変更した構成に、傾斜角度測定部６７及び車両速度算出部６８を付加するものとしてもよい。その場合、傾斜角度測定部６７は、第２直線検出部４８及び第２直線判定部４９と同様の構成から入力した情報を基に処理を行う。

[0124] そして、上述の「変更した」とは、速度センサやエンコーダによる既知の走行速度ではなく、予め設定された設計速度を用いて、プロットされた（ｔ、ｘ）投影面上のデータの点の２つの集合をそれぞれ直線近似するものとしたということであり、また、傾斜角度測定部６７は、（ｔ、ｘ）投影面において、屋外用支持物１２またはトンネル用支持物１３のデータの集合の直線の傾斜角度を測定するものであり、車両速度算出部６８は、傾斜角度測定部６７から入力した情報を基に、傾斜角度と走行速度との相関関係に基づき、走行速度を算出するものである。

[0125] 上述のようにして、屋外用支持物またはトンネル用支持物のデータの集合の直線の傾斜角度を測定することで、外乱となるトンネル天井及びトロリ線に影響されることなく、自車両の走行速度を算出することができる。

産業上の利用可能性

[0126] 本発明は、レーザ測定による支持物検知装置として好適である。

符号の説明

[0127] １１ トロリ線

１２ 屋外用支持物

１３ トンネル用支持物

１４　車両

１５　第１（スキャン式）レーザ距離計

１６　第２（スキャン式）レーザ距離計

１７　トンネル天井

２１，３１，４１，５１，６１　支持物検知部

２２，３２，４２，５２，６２　処理回路

２３，３３，４３，５３，６３　（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部

２４，４４　（ｔ，ｙ）投影処理部

２５，３５，５５，６５　直線検出部

２６，３６，５６，６６　直線判定部

３４，４７，５４，６４　（ｔ，ｘ）投影処理部

４５　第１直線検出部

４６　第１直線判定部

４８　第２直線検出部

４９　第２直線判定部

５７　支持物カウント部

５８　車両位置算出部

６７　傾斜角度測定部

６８　車両速度算出部

請求の範囲

［請求項1］ 鉄道車両の屋根上中央から枕木方向に離間した位置に２台以上設けられ、それぞれ枕木方向の回転軸を中心として走査角度が回転し、前記車両上方の、屋外用支持物、トンネル用支持物及びトンネルの内壁面上部のトンネル天井を走査する、スキャン式レーザ距離計と、

前記スキャン式レーザ距離計からレーザを照射した走査箇所までの距離ｄ及び角度θのデータに基づき、屋外用支持物またはトンネル用支持物を検知する支持物検知部とを備えることを特徴とするレーザ測定による支持物検知装置。

［請求項2］ 前記支持物検知部は、

２台以上の前記スキャン式レーザ距離計が各々の走査によって得た前記距離ｄ及び前記角度θをそれぞれ入力し、時間ｔを合わせることで、同一の前記距離ｄ、前記角度θ及び前記時間ｔに関する座標上のデータを作成する処理回路と、

前記処理回路にて作成された前記座標上のデータから、下記数式を用いて、前記時間ｔ及び鉛直方向のｙ軸についての投影面へプロットする（ｔ，ｙ）投影処理部と、

前記（ｔ，ｙ）投影処理部から入力した情報を基に、既知である前記トンネル天井の高さと前記トンネル用支持物及びトロリ線の高さの値を用いて、プロットされた前記投影面上の前記データの点の２つの集合をそれぞれ直線近似する直線検出部と、

前記直線検出部から入力した情報を基に、前記ｙ軸の値が大きい方の集合が前記トンネル天井の前記データの集合、前記ｙ軸の値が小さい方の集合が前記トンネル用支持物及び前記トロリ線の前記データの集合であると分別する直線判定部とを備えることを特徴とする請求項１に記載のレーザ測定による支持物検知装置。

$$y = d \cdot \cos\theta$$

［請求項3］ 前記支持物検知部は、

２台以上の前記スキャン式レーザ距離計が各々の走査によって得た前記距離ｄ及び前記角度θをそれぞれ入力し、時間ｔを合わせることで、同一の前記距離ｄ、前記角度θ及び前記時間ｔに関する座標上のデータを作成する処理回路と、

前記処理回路にて作成された前記座標上のデータから、下記数式を用いて、前記時間ｔ及び前記車両の進行方向に対し平行なｘ軸の絶対値についての投影面へプロットする（ｔ，ｘ）投影処理部と、

前記（ｔ，ｘ）投影処理部から入力した情報を基に、既知である前記車両の走行速度の値を用いて、プロットされた前記投影面上の前記データの点の２つの集合をそれぞれ直線近似する直線検出部と、

前記直線検出部から入力した情報を基に、前記２つの集合のうち、前記直線の傾斜角度が急な方の集合が前記屋外用支持物または前記トンネル用支持物の前記データの集合、緩やかな方の集合が前記トロリ線の前記データの集合であると分別する直線判定部とを備えることを特徴とする請求項１に記載のレーザ測定による支持物検知装置。

$$x = d \cdot \sin\theta$$

［請求項4］ 前記支持物検知部は、

２台以上の前記スキャン式レーザ距離計が各々の走査によって得た前記距離ｄ及び前記角度θをそれぞれ入力し、時間ｔを合わせることで、同一の前記距離ｄ、前記角度θ及び前記時間ｔに関する第１座標上のデータを作成する処理回路と、

前記処理回路から入力した情報を基に、下記数式を用いて、前記第１座標上の前記データを、前記車両の進行方向に対し水平なｘ軸、前記車両の進行方向に対し垂直なｙ軸及び前記時間ｔに関する第２座標へ変換する（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部と、

前記（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部から入力した情報を基に、前記第２座標上の前記データを、前記時間ｔ及び前記ｙ軸についての第１投影面へプロットする（ｔ，ｙ）投影処理部と、

前記（ｔ，ｙ）投影処理部から入力した情報を基に、既知である前記トンネル天井の高さと前記トンネル用支持物及びトロリ線の高さの値を用いて、プロットされた前記第１投影面上の前記データの点の２つの集合をそれぞれ直線近似する第１直線検出部と、

前記第１直線検出部から入力した情報を基に、前記ｙ軸の値が大きい集合が前記トンネル天井の前記データの集合、前記ｙ軸の値が小さい集合が前記トンネル用支持物及び前記トロリ線の前記データの集合であると分別する第１直線判定部と、

前記（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部及び前記第１直線判定部から入力した情報を基に、前記トンネル天井の前記データの集合を排除した上での、前記第２座標上の前記データを、前記時間ｔ及び前記ｘ軸の絶対値についての第２投影面へプロットする（ｔ，ｘ）投影処理部と、

前記（ｔ，ｘ）投影処理部から入力した情報を基に、既知である前記車両の走行速度の値を用いて、プロットされた前記第２投影面上の前記データの点の２つの集合をそれぞれ直線近似する第２直線検出部と、

前記第２直線検出部から入力した情報を基に、前記第２直線検出部にて処理された前記２つの集合のうち、前記直線の傾斜角度が急な方の集合が前記屋外用支持物または前記トンネル用支持物の前記データの集合、緩やかな方の集合が前記トロリ線の前記データの集合であると分別する第２直線判定部とを備えることを特徴とする請求項１に記載のレーザ測定による支持物検知装置。

$$x = d \cdot \sin\theta$$

$$y = d \cdot \cos\theta$$

［請求項5］ 前記支持物検知部は、さらに、

前記直線判定部から入力した情報を基に、前記車両が起点を出発してから前記屋外用支持物または前記トンネル用支持物を検知した回数をカウントし、現在検知している前記屋外用支持物または前記トンネ

ル用支持物が、起点より何番目のものであるかを判断する支持物カウント部と、

予め設けられた、前記屋外用支持物または前記トンネル用支持物に起点から順番に付された番号と走行距離との相関関係より、前記支持物カウント部から入力した情報を基に、前記走行距離を算出する車両位置算出部とを備えることを特徴とする請求項３に記載のレーザ測定による支持物検知装置。

［請求項6］ 前記支持物検知部は、さらに、

前記第２直線判定部から入力した情報を基に、前記車両が起点を出発してから前記屋外用支持物または前記トンネル用支持物を検知した回数をカウントし、現在検知している前記屋外用支持物または前記トンネル用支持物が、起点より何番目のものであるかを判断する支持物カウント部と、

予め設けられた、前記屋外用支持物または前記トンネル用支持物に起点から順番に付された番号と走行距離との相関関係より、前記支持物カウント部から入力した情報を基に、前記走行距離を算出する車両位置算出部とを備えることを特徴とする請求項４に記載のレーザ測定による支持物検知装置。

［請求項7］ 前記支持物検知部は、

２台以上の前記スキャン式レーザ距離計が各々の走査によって得た前記距離ｄ及び前記角度θをそれぞれ入力し、時間ｔを合わせることで、同一の前記距離ｄ、前記角度θ及び前記時間ｔに関する座標上のデータを作成する処理回路と、

前記処理回路にて作成された前記座標上のデータから、下記数式を用いて、前記時間ｔ及び前記車両の進行方向に対し平行なｘ軸の絶対値についての投影面へプロットする（ｔ，ｘ）投影処理部と、

前記走行速度が既知でない場合に、前記（ｔ，ｘ）投影処理部から入力した情報を基に、設計速度を用いて、プロットされた前記投影面

上の前記データの点の２つの集合をそれぞれ直線近似する直線検出部と、

前記直線検出部から入力した情報を基に、前記２つの集合のうち、前記直線の傾斜角度が急な方の集合が前記屋外用支持物または前記トンネル用支持物の前記データの集合、緩やかな方の集合が前記トロリ線の前記データの集合であると分別する直線判定部と、

前記直線検出部及び前記直線判定部から入力した情報を基に、前記投影面において、前記屋外用支持物または前記トンネル用支持物の前記データの集合の前記直線の傾斜角度を測定する傾斜角度測定部と、前記傾斜角度測定部から入力した情報を基に、前記傾斜角度と前記走行速度との相関関係に基づき、当該走行速度を算出する車両速度算出部とを備えることを特徴とする請求項１に記載のレーザ測定による支持物検知装置。

$$x = d \cdot \sin\theta$$

［請求項8］ 前記支持物検知部は、

２台以上の前記スキャン式レーザ距離計が各々の走査によって得た前記距離ｄ及び前記角度θをそれぞれ入力し、時間ｔを合わせることで、同一の前記距離ｄ、前記角度θ及び前記時間ｔに関する第１座標上のデータを作成する処理回路と、

前記処理回路から入力した情報を基に、下記数式を用いて、前記第１座標上の前記データを、前記車両の進行方向に対し水平なｘ軸、前記車両の進行方向に対し垂直なｙ軸及び前記時間ｔに関する第２座標へ変換する（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部と、

前記（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部から入力した情報を基に、前記第２座標上の前記データを、前記時間ｔ及び前記ｙ軸についての第１投影面へプロットする（ｔ，ｙ）投影処理部と、

前記（ｔ，ｙ）投影処理部から入力した情報を基に、既知である前記トンネル天井の高さと前記トンネル用支持物及びトロリ線の高さの

値を用いて、プロットされた前記第１投影面上の前記データの点の２つの集合をそれぞれ直線近似する第１直線検出部と、

前記第１直線検出部から入力した情報を基に、前記ｙ軸の値が大きい集合が前記トンネル天井の前記データの集合、前記ｙ軸の値が小さい集合が前記トンネル用支持物及び前記トロリ線の前記データの集合であると分別する第１直線判定部と、

前記（ｘ，ｙ，ｔ）座標変換部及び前記第１直線判定部から入力した情報を基に、前記トンネル天井の前記データの集合を排除した上での、前記第２座標上の前記データを、前記時間ｔ及び前記ｘ軸の絶対値についての第２投影面へプロットする（ｔ，ｘ）投影処理部と、

前記走行速度が既知でない場合に、前記（ｔ，ｘ）投影処理部から入力した情報を基に、設計速度を用いて、プロットされた距離データの点の２つの集合をそれぞれ直線近似する第２直線検出部と、

前記第２直線検出部から入力した情報を基に、前記第２直線検出部にて処理された前記２つの集合のうち、前記直線の傾斜角度が急な方の集合が前記屋外用支持物または前記トンネル用支持物の前記データの集合、緩やかな方の集合が前記トロリ線の前記データの集合であると分別する第２直線判定部と、

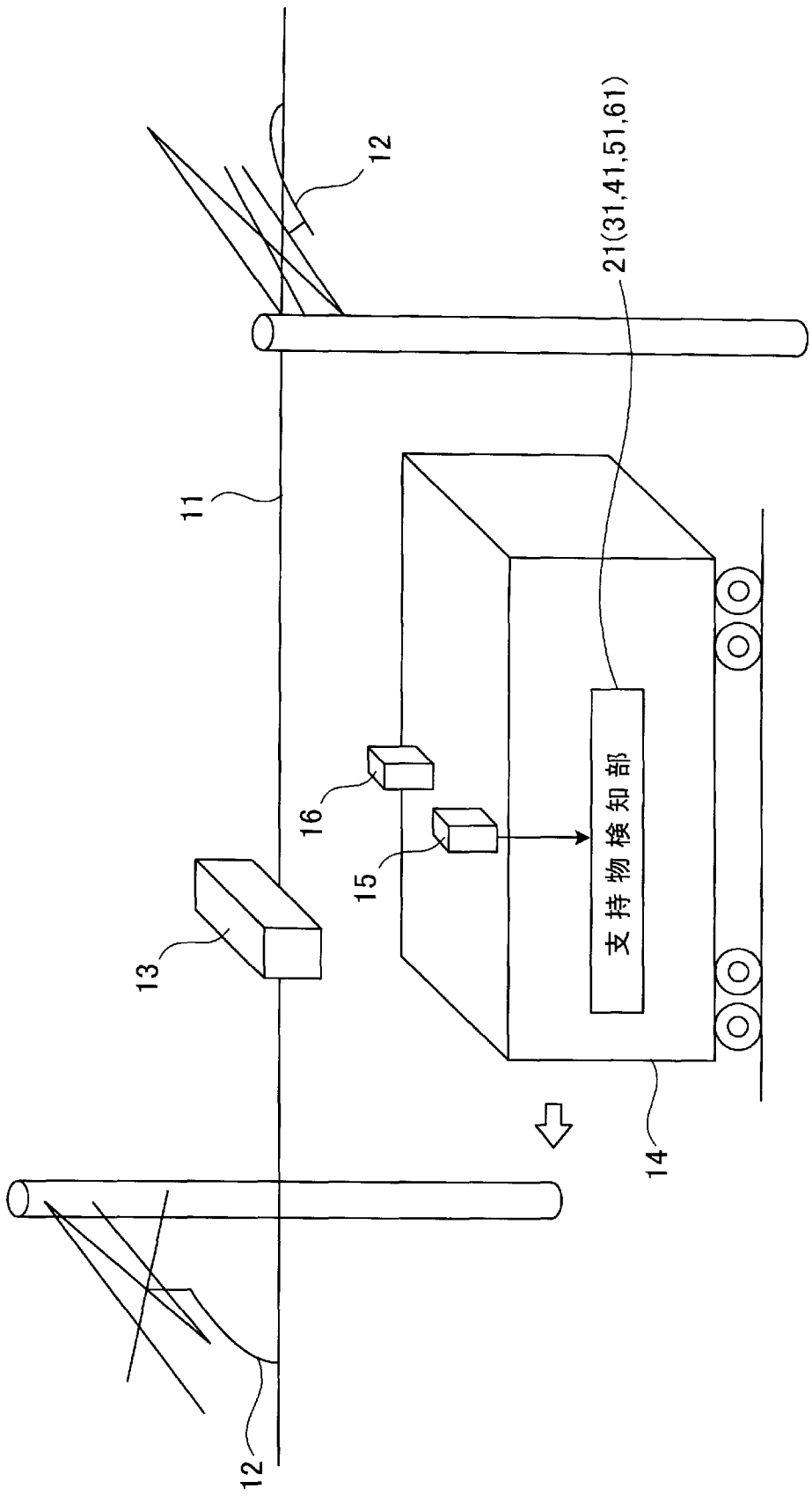
前記第２直線検出部及び前記第２直線判定部から入力した情報を基に、前記第２投影面において、前記屋外用支持物または前記トンネル用支持物の前記データの集合の前記直線の傾斜角度を測定する傾斜角度測定部と、

前記傾斜角度測定部から入力した情報を基に、前記傾斜角度と前記走行速度との相関関係に基づき、当該走行速度を算出する車両速度算出部とを備えることを特徴とする請求項１に記載のレーザ測定による支持物検知装置。

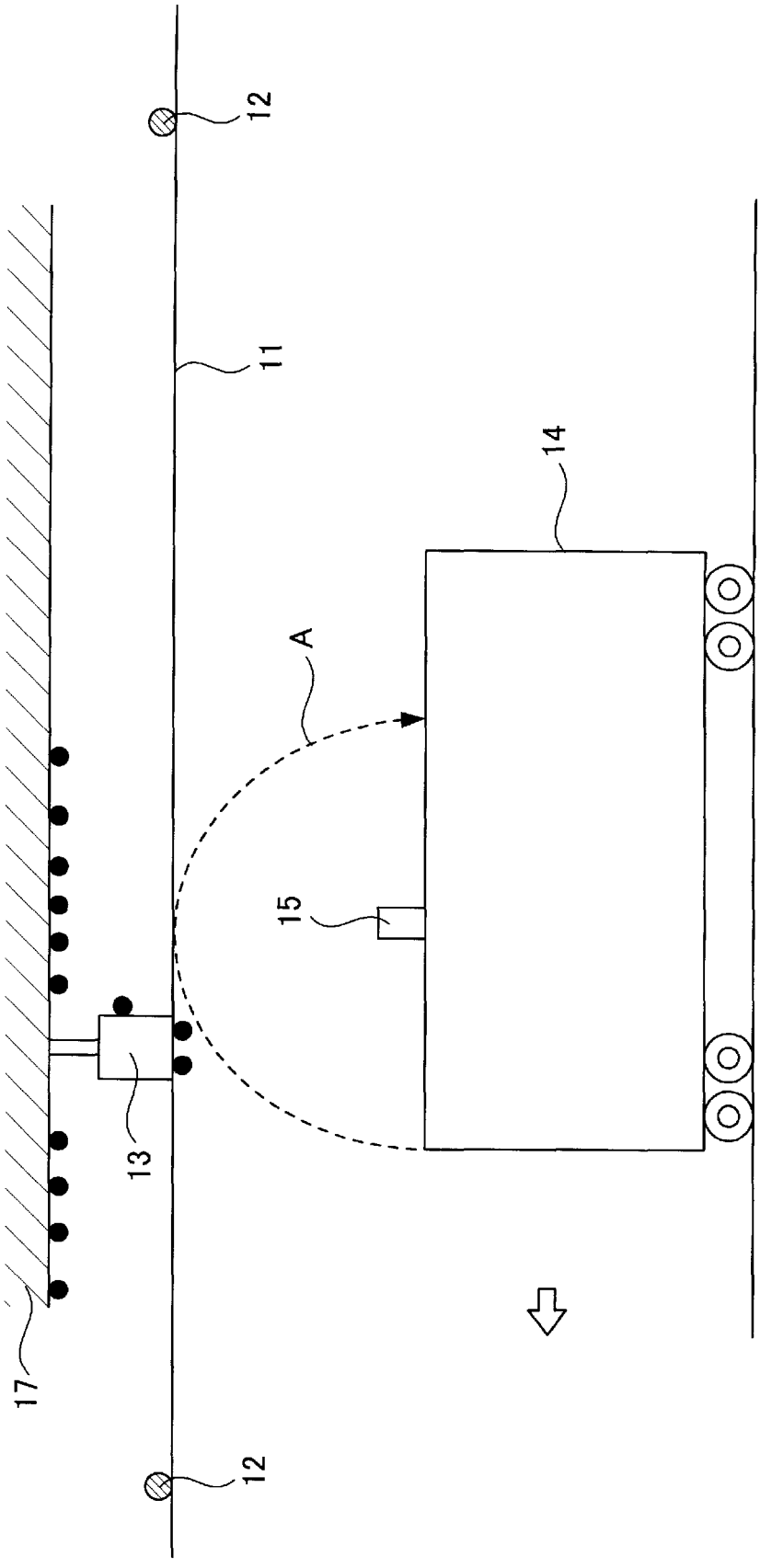
$$x = d \cdot \sin\theta$$

$$y = d \cdot \cos\theta$$

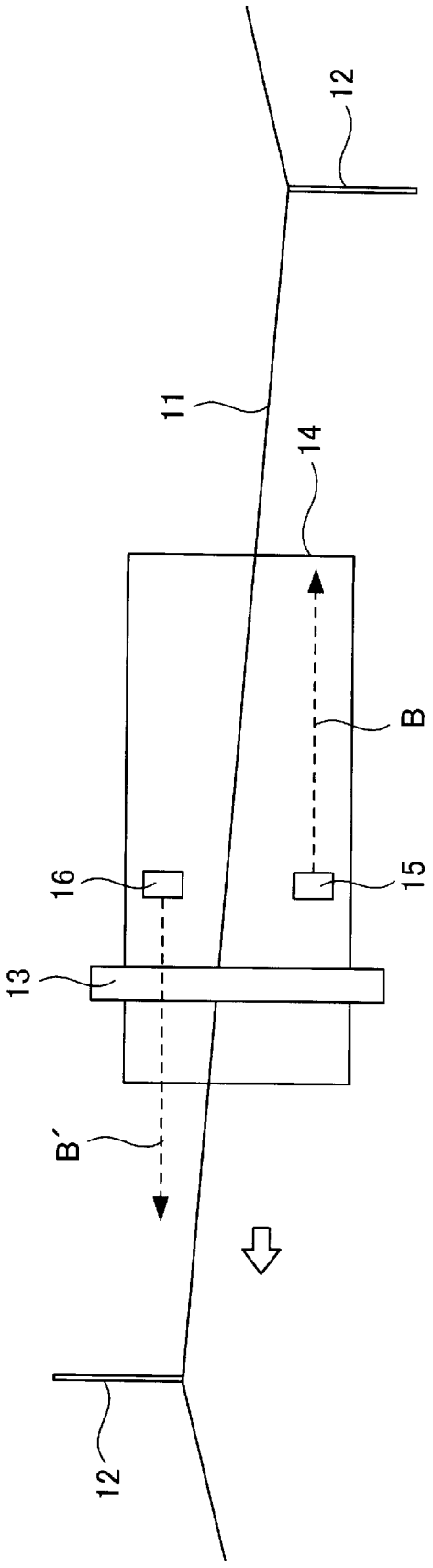
[図1]



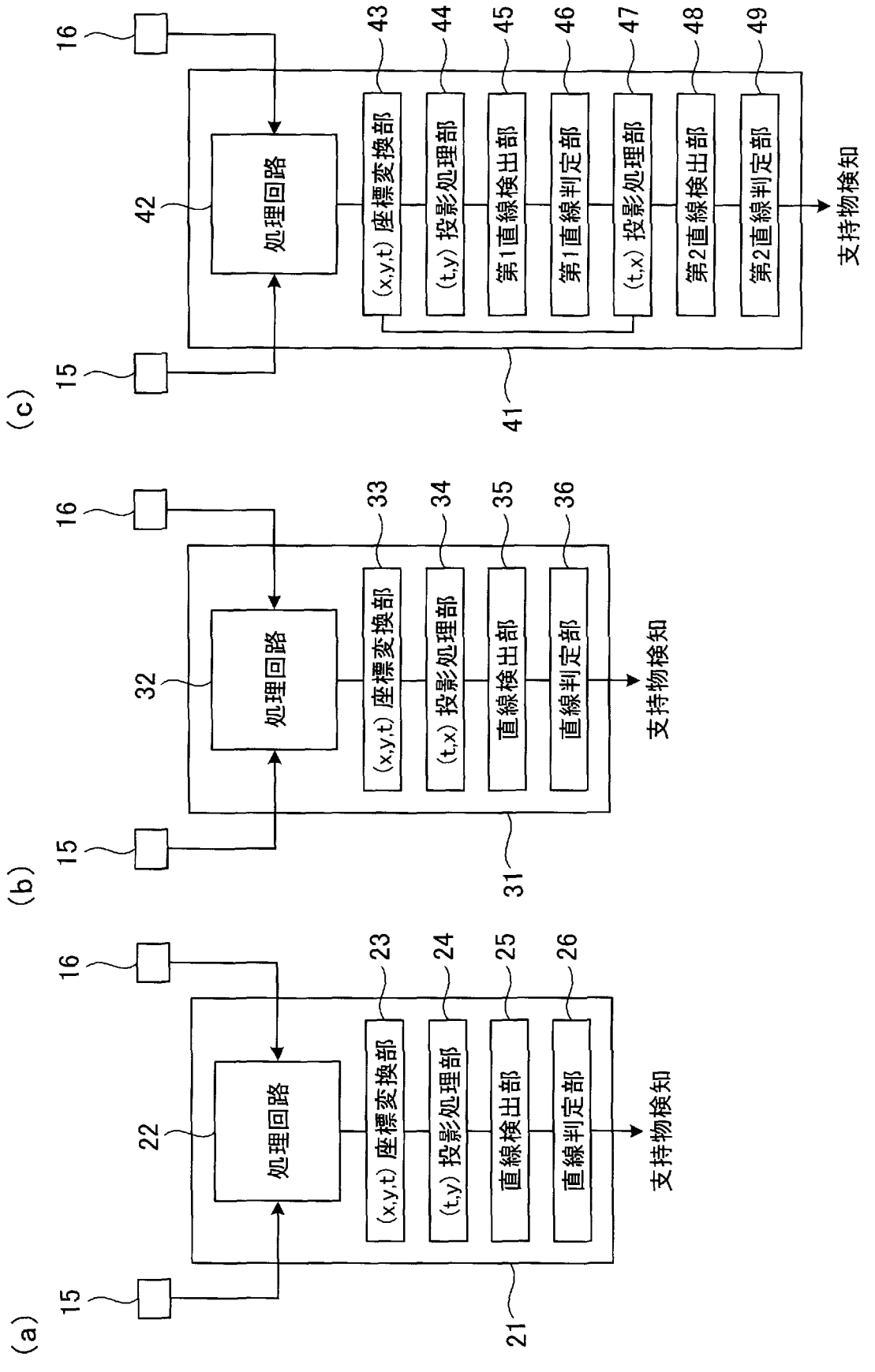
[図2]



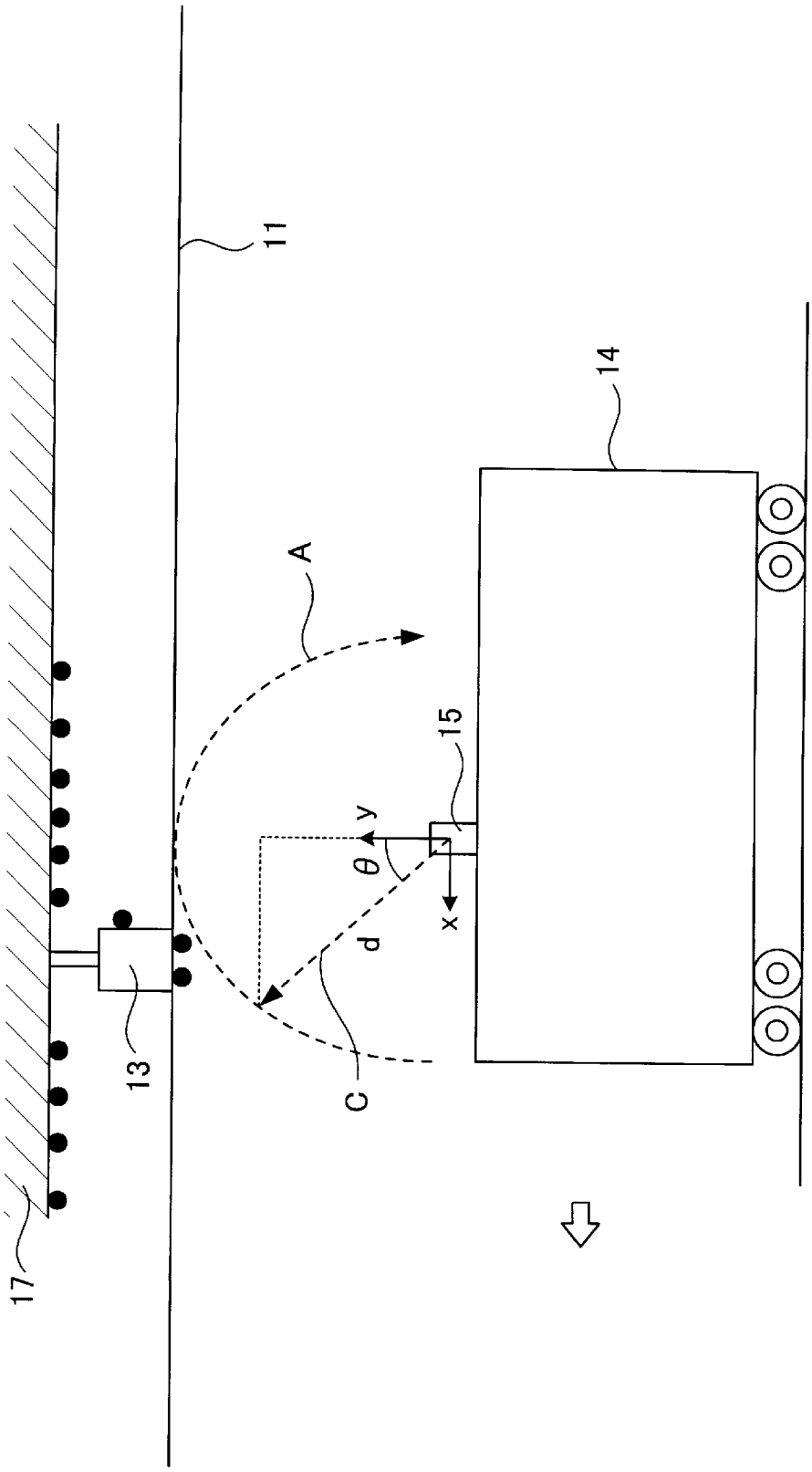
[図3]



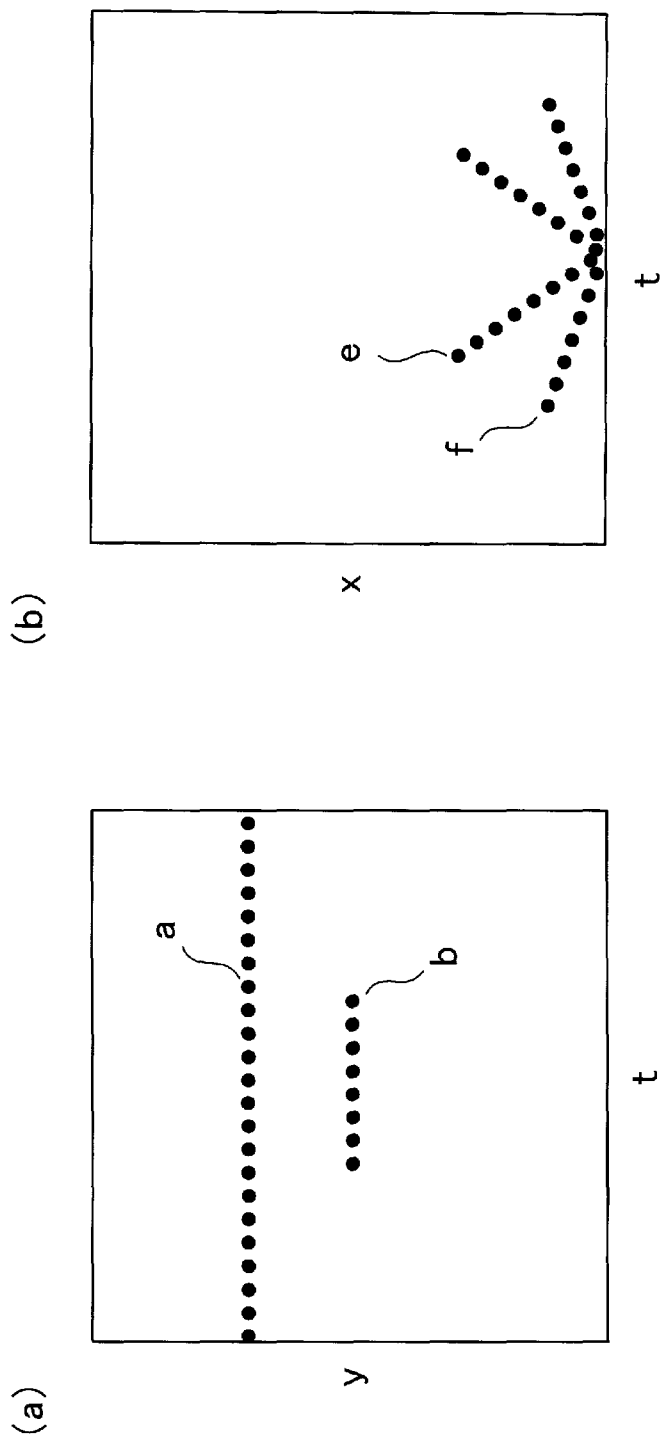
[図4]


(a)
15
16
21
22
処理回路
23
(x,y,t) 座標変換部
24
(t,y) 投影処理部
25
直線検出部
26
直線判定部
支持物検知
(b)
15
16
31
32
処理回路
33
(x,y,t) 座標変換部
34
(t,x) 投影処理部
35
直線検出部
36
直線判定部
支持物検知
(c)
15
16
41
42
処理回路
43
(x,y,t) 座標変換部
44
(t,y) 投影処理部
45
第1直線検出部
46
第1直線判定部
47
(t,x) 投影処理部
48
第2直線検出部
49
第2直線判定部
支持物検知

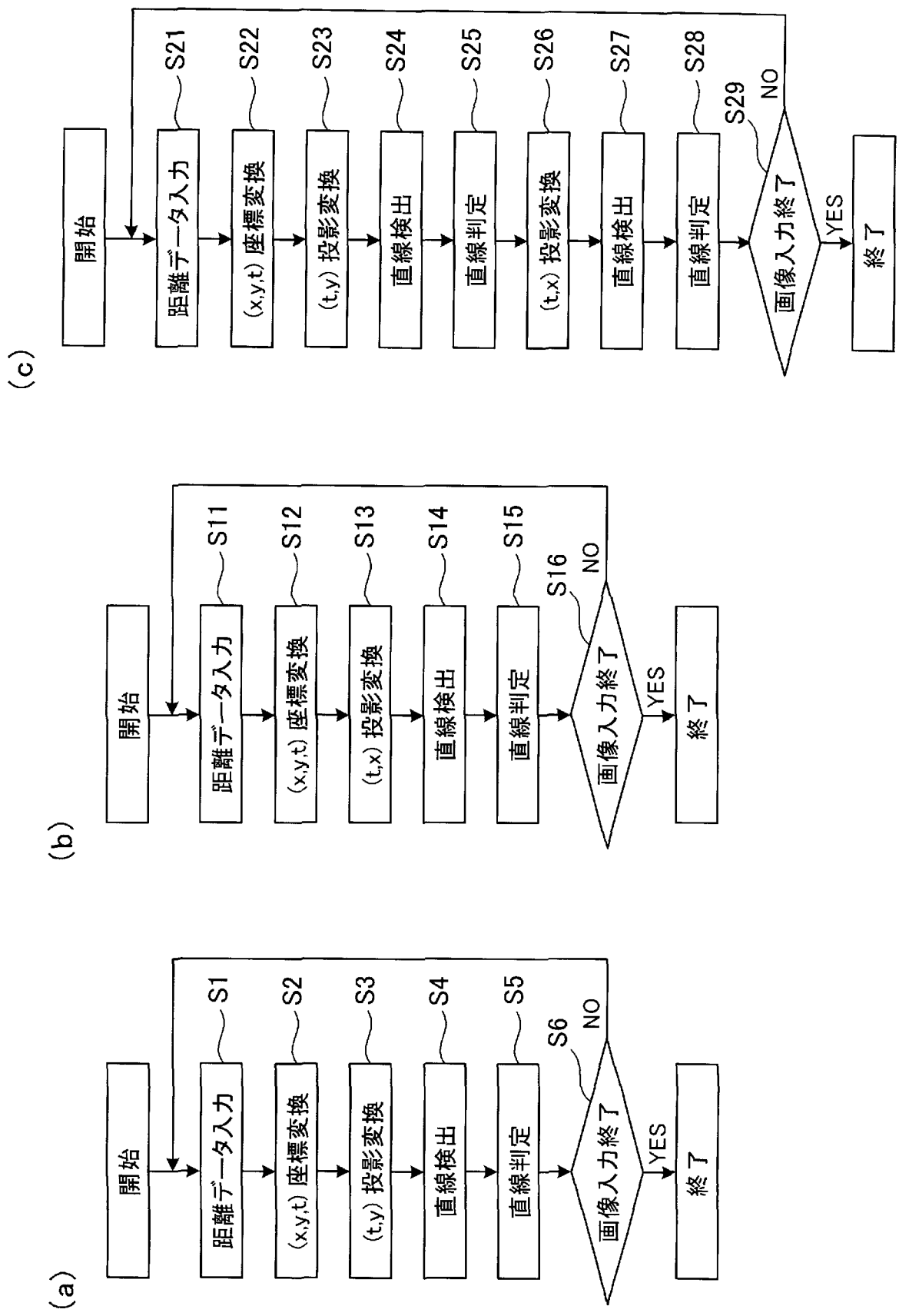
[図5]



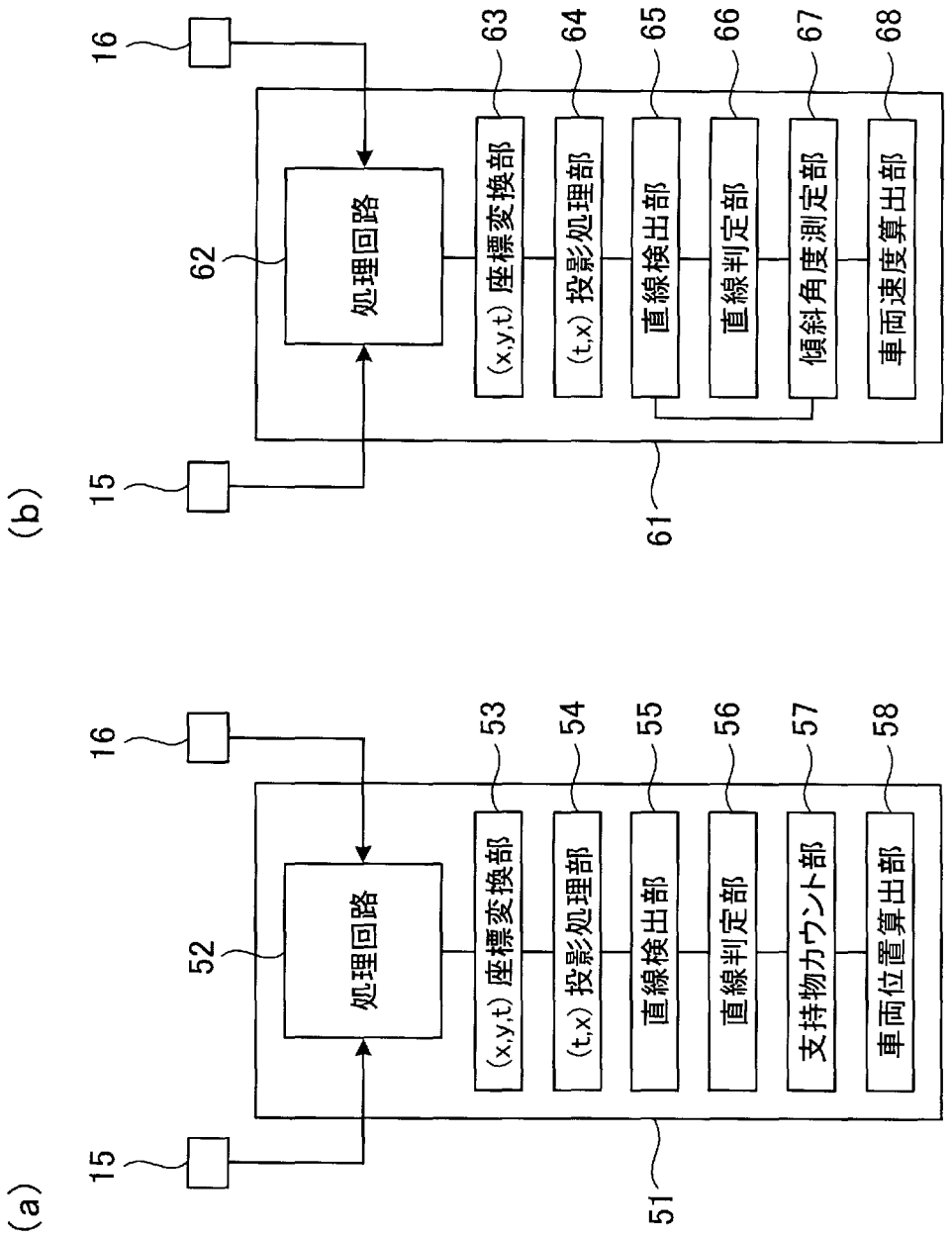
[図6]



[図7]


(a)
開始
S1
距離データ入力
S2
(x,y,t) 座標変換
S3
(t,y) 投影変換
S4
直線検出
S5
直線判定
S6
画像入力終了
NO
YES
終了
(b)
開始
S11
距離データ入力
S12
(x,y,t) 座標変換
S13
(t,x) 投影変換
S14
直線検出
S15
直線判定
S16
画像入力終了
NO
YES
終了
(c)
開始
S21
距離データ入力
S22
(x,y,t) 座標変換
S23
(t,y) 投影変換
S24
直線検出
S25
直線判定
S26
(t,x) 投影変換
S27
直線検出
S28
直線判定
S29
画像入力終了
NO
YES
終了

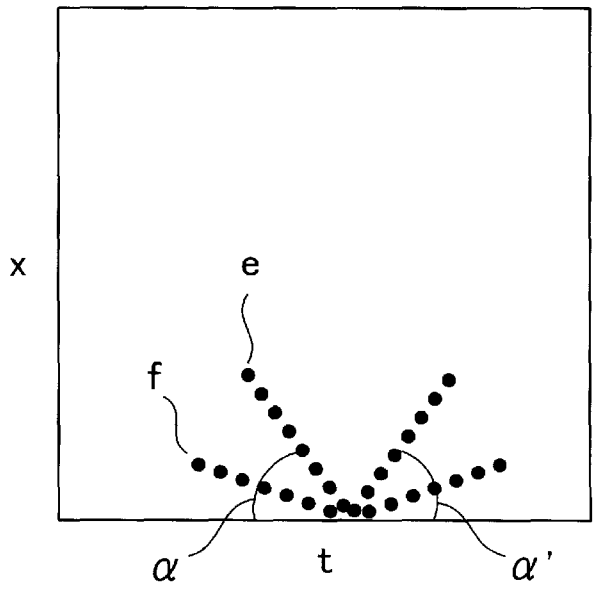
[図8]


(a)
15
16
51
52
処理回路
53
(x,y,t) 座標変換部
54
(t,x) 投影処理部
55
直線検出部
56
直線判定部
57
支持物カウント部
58
車両位置算出部
(b)
15
16
61
62
処理回路
63
(x,y,t) 座標変換部
64
(t,x) 投影処理部
65
直線検出部
66
直線判定部
67
傾斜角度測定部
68
車両速度算出部

[図9]

支持物番号 （1個毎の番号）	起点からの距離 [km]
1	100.030
2	100.080
3	100.130
： ：	： ：
n	330.030

[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/071099

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01B11/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01B11/00-11/30, B60M1/00-7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2006-284535 A (Meidensha Corp.), 19 October 2006 (19.10.2006), paragraphs [0038] to [0062]; fig. 6 (Family: none)	1 2-8
Y A	JP 2005-70840 A (East Japan Railway Co.), 17 March 2005 (17.03.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1 2-8
A	JP 2005-147879 A (Tokyo Metro Co., Ltd.), 09 June 2005 (09.06.2005), paragraph [0018] (Family: none)	5,6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
25 September, 2013 (25.09.13)	08 October, 2013 (08.10.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/071099

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-248411 A (Meidensha Corp.), 21 September 2006 (21.09.2006), paragraph [0061] & FR 2882973 A1 & CN 1837746 A	2-4,7,8
A	Nobuyuki KOSHIBA, "Tokyu Corp. Nonyu Kasen Kensoku Sochi CATENARY EYE", Meiden Jiho, 2011, no.4, whole no.333, pages 49 to 54	1-8
A	Meiden Kasen Kensoku Sochi CATENARY EYE, [online], Meidensha Corp., [retrieval date 24 September 2013 (24.09.2013)], Internet <URL: http://www.meidensha.co.jp/catalog/jp/ba/ba523-3049a.pdf>	1-8

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／０７１０９９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01B11/00(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01B11/00-11/30, B60M1/00-7/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１３年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y A	JP 2006-284535 A（株式会社明電舎）2006.10.19，段落【００３８】－【００６２】，【図６】（ファミリーなし）	1 2－8
Y A	JP 2005-70840 A（東日本旅客鉄道株式会社）2005.03.17，全文，全図（ファミリーなし）	1 2－8
A	JP 2005-147879 A（東京地下鉄株式会社）2005.06.09，段落【００１８】（ファミリーなし）	5，6

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２５．０９．２０１３	０８．１０．２０１３

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｓ　９７０５
神谷　健一
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５８

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Ａ	JP 2006-248411 A (株式会社明電舎) 2006.09.21, 段落【００６１】 & FR 2882973 A1 & CN 1837746 A	２－４，７，８
Ａ	小柴信行, 東京急行電鉄(株)納入架線検測装置 CATENARY EYE (カテナリー アイ), 明電時報, 2011, No.4, 通巻333号, pp. 49-54	１－８
Ａ	明電架線検測装置　カテナリーアイ　ＣＡＴＥＮＡＲＹ　ＥＹＥ,[online], 株式会社明電舎, [2013.09.24検索], インターネット＜ＵＲＬ：http://www.meidensha.co.jp/catalog/jp/ba/ba523-3049a.pdf＞	１－８